

## ワークシート「電圧の測定」を用いた「科学的な思考」の評価

岡田 浩一  
(明石市立望海中学校)  
澁江 靖弘  
(兵庫教育大学)

「電圧の測定」を題材にするワークシートを中学校理科の授業用に作成した。このワークシートは、生徒の「科学的な思考」を評価することを目的の一つにしている。ある中学校でこのワークシートを使用して、生徒の「科学的な思考」を評価した。クラス間での評価結果に大きな違いはなく、再現性のある「科学的な思考」の評価ができたと考えられる。

キーワード：ワークシート, 電圧の測定, 科学的な思考, 評価

---

岡田 浩一：明石市立望海中学校・教諭, 〒673-0041 兵庫県明石市西明石南町1-1-33  
澁江 靖弘：兵庫教育大学大学院・自然・生活教育学系・教授, 〒673-1494 兵庫県加東市下久米942-1,  
E-mail: yshibue@hyogo-u.ac.jp

---

## An Assessment of the Students' Abilities to Think Scientifically by Using a Worksheet "The Measurement of Voltage"

Kouichi Okada  
(*Bokai Junior High School*)  
Yasuhiro Shibue  
(*Hyogo University of Teacher Education*)

This study makes a worksheet for the subject "The measurement of voltage" at the science class of the junior high school. One of the aims of this worksheet is to assess the students' abilities to think scientifically. The worksheet is used at classes of a junior high school. The present study describes the assessment results on the abilities to think scientifically. The results do not differ between three different classes, and suggest that the present worksheet can be used for the assessment with the reproducibility.

Key Words: Worksheet, Measurement of voltage, Scientific thinking, Assessment

---

Kouichi Okada: Teacher, Bokai Junior High School, 1-1-33 Nishi Akashi Minami, Akashi City, Hyogo 673-0041 Japan  
Yasuhiro Shibue: Professor, Department of Science, Technology, and Human Life, Hyogo University of Teacher Education, 942-1 Shimokume, Kato City, Hyogo 673-1494 Japan. E-mail: yshibue@hyogo-u.ac.jp

---

## 1. はじめに

「科学的な見方や考え方を養うことが理科学習の目標として提示されている（文部科学省, 2004; 文部科学省, 2008）。中学校学習指導要領解説（文部科学省, 2008, p.17）には「科学的な見方や考え方を養うこと」が次のように説明されている。

「科学的な見方や考え方を養うこと」とは、自然を科学的に探究する能力や態度が育成され、自然についての理解を深めて知識を体系化し、いろいろな事象に対してそれらを総合的に活用できるようになることである。具体的には、観察、実験などから得られた事実を客観的にとらえ、科学的な知識や概念を用いて合理的に判断するとともに、多面的、総合的な見方を身に付け、日常生活や社会で活用できるようにすることである。

この引用部分は「科学的な見方や考え方」の説明にも相当する。著者達もこの説明に沿って「科学的な見方や考え方」を捉える。

さて、「科学的な見方や考え方」の定義が一般的で抽象的であると、具体的な授業場面の中で解釈する場合に多様性が生じる。実際、「科学的な見方や考え方」と類似する表現である「科学的な思考」について、堀(2005)は「科学的思考とはなにかということについても、多くの捉え方がある。」と指摘している。中学校教師の間で「科学的な見方や考え方」あるいは「科学的な思考」の解釈に多様性が生じる場合、どのような内容なら中学生に受け入れられるのかを検討する必要がある。例えば、教師の想定する「科学的思考」があまりにも抽象的であって大半の中学生にはまねできないものなら、そのような「科学的思考」は中学生の発達段階に即していないと言えよう。

「科学的な思考」は中学生の学習状況を評価する観点の一つでもある（江田, 2001）。江田(2001)は「科学的な思考」を「自然の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行うとともに、事象を実証的、論理的に考えたり、分析的・総合的に考察したりして問題を解決する。」と解説した。自然科学の研究者が行う「科学的な思考」をこの趣旨のように理解することは可能である。しかし、多くの中学生にとってそのような高度な思考活動を行うことは困難である。評価に関しても発達段階に即した「科学的な見方や考え方」あるいは「科学的思考」を明らかにしていく必要がある。

多くの中学校において、「科学的な思考」をペーパーテストだけでなく発言、ノート、授業用プリント・ワークシートに基づいて評価することが行われている。ペーパーテストについては、点数が高いからと言って思考力が高いとは限らない。また、発言の記録については発言

が得意な生徒や苦手な生徒がいたり、発言希望者が多くいても実際に発言できる生徒数は限られていたりして思考力を平等に評価したことにならない。生徒は授業時間内に何度も科学的な思考を行う。その時々で生徒が思考したことを教師が確認し、さらにその思考が科学的かどうか見取るためには生徒のノートを評価したり授業用プリント・ワークシートに記述させて評価したりすることは有効であろう。

さて、思考する課題は一つであっても思考によって出される返答は数多くあり、一人一人表現も異なる。つまり思考した結果を評価する方向性はある程度示すことができても、答えは一つではない。すると、思考の内容を点数化することは難しいと考えられる。そこで、「科学的な思考」に関する評価を、一つ一つの内容を評価対象にするよりも科学的に思考して回答した箇所の数（「思考した回数」とここでは呼ぶ）を評価することを考える。そして、「科学的な思考」を「思考することによって科学的に正しい結果を得た設問の数」で評価することを考える。この具体的な適用例を、岡田・澁江(2009, 2010)は「植物の成長」と「エネルギーって?」と題するワークシートによって示した。本報告はこの続編で、単元「電圧の測定」で使用できるワークシートを作成し、生徒の「科学的な思考」を評価した結果を報告する。そして、「植物の成長」と「エネルギーって?」と「電圧の測定」の3つのワークシートによる評価結果を比較して、「科学的な思考」を問う設問の難易度について比較検討を行う。

## 2. ワークシートの作成

生徒の「科学的な思考」を評価するためのワークシート作成にあたって、ここでは次の点に配慮した。

- (1)思考を要する場面を多く取り入れる。
- (2)既習内容とつなげて思考する場面を設けることで思考を深めることができるようにする。
- (3)思考した内容を説明できるように考えや理由をまとめる場を設ける。
- (4)話し合いの場を取り入れて、多面的な考えができるようする。
- (5)ワークシート中で「科学的な思考」を評価する箇所に☆印を付けて、教師の評価に役立つようにする。

「科学的な見方や考え方」あるいは「科学的な思考」を養ったり評価したりするために作成されたワークシートやテストは多数存在する。本報告中で示すワークシートを作成する前にいくつかの報告（松森, 1998; 小森, 2001, 2006; 木村, 2003a, b, c, d, e; 田代, 2004）を著者達は参照している。ただし、これらの報告中で扱われている単元は本報告で作成したワークシートの単元とはすべて異なっている。本報告中のワークシートの内容と

形式は著者達の間での「話し合い」に基づいて作成したものである。

作成した「電圧の測定」に関するワークシートを図1に示す。ワークシート中で氏名記入欄の上に記した「p. 103～」は教科書（竹内ほか, 2006, 新興出版啓林館 1分野上）の対応ページを表している。

### 3. ワークシートによる「科学的な思考」の評価

ワークシートを授業で使用して、生徒の「科学的な思考」をうまく評価できるかどうかの調査結果を以下に記す。ワークシート作成時に著者（岡田）は兵庫教育大学大学院に在学中であったので、ある公立中学校理科教師にお願いしてワークシートを用いた授業を行っていた。

授業は2年生3クラス（b1クラス37名, b2クラス36名, b3クラス38名）で行った。実施時期は2007年の1学期である。単元「電流とその利用」で各部分の電圧を測定する実験を行った後、まとめの時間（1時間）でワークシートを用いた課題解決学習の授業を行っていた。

まず、生徒の感想を示し、その後で「科学的な思考」に関する評価結果を示す。

#### 3.1 授業後の生徒の感想

「電圧の測定」のワークシートを用いた授業の感想として、生徒は表1のように回答した。生徒が自由記述欄に書いた授業の感想を岡田（2007, p. 175～179）が示していることと紙数の関係で主な記述内容だけを次に示す。

表1 普段の授業と比べてどのように感じましたか（複数回答可）。

項目	b1 クラス 37名	b2 クラス 36名	b3 クラス 38名	合計
難しい	12	20	9	41
考えた	5	2	1	8
わからなかった	3	3	3	9
わかった	2	0	1	3
楽しかった・良かった	5	1	1	7
集中した	3	1	0	4
その他	3	12	3	18

[難しい]

- ・表現するのが難しかった。
- ・考えるのは難しい。
- ・予想するのが難しい。
- ・理由を考えるのが難しい。
- ・授業でしていないことをして難しかった。
- ・理解するのが難しかった。
- ・自分の意見（考え）を書くのが難しかった。
- ・自分の意見をまとめるのが難しかった。
- ・説明するのが難しかった。

- ・絵の意味をつかむのが難しかった。
- ・自分の言葉で書くのが難しかった。

[考えた]

- ・頭を使った。
- ・深く考えた。
- ・予想で頭を使った。

[わからなかった]

- ・電圧を流れている水で考えるのが複雑だった。
- ・説明の仕方がわからなかった。
- ・問題（質問）がわからなかった。

[わかった]

- ・比べて書くところが多くてわかりやすかった。
- ・先生の解説でわかった。
- ・仕組みがわかった。

[楽しかった・良かった]

- ・知らなかったところが多くてたくさんの事を知ってよかった。

- ・身のまわりにある場所を中心に考えたのでよかった。

[その他]

- ・いつもより静かだった。
- ・電流のことを知りたくなった。
- ・たこ足配線って何？
- ・慣れない感じだった。
- ・知らないことが多いと思った。
- ・いつもと同じ感じ。
- ・だるかった。
- ・しんどかった。
- ・中学生がわかりやすい問題にしてほしい。
- ・おもしろくなかった。
- ・頑張った。
- ・レベルが高かった。
- ・普段と全然違っていた。
- ・電圧の式を言葉でも説明できると思った。

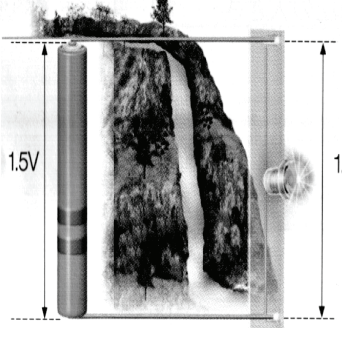
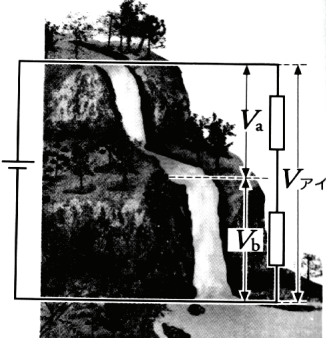
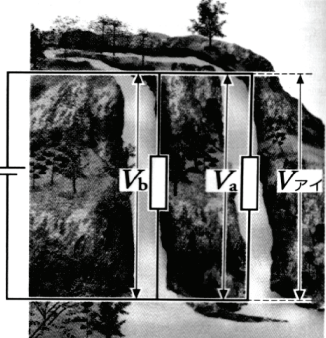
表1から難しい授業だったと捉えている生徒が多かった。その理由として「考えるのは難しい。」「自分の意見（考え）を書くのが難しかった。」「自分の意見をまとめるのが難しかった。」「説明するのが難しかった。」「自分の言葉で書くのが難しかった。」と答えた生徒が多く、単に授業のレベルが高くて難しいと答えた生徒は少ない。すると、普段の授業では考える場があまり持ていなかったり、自分の考えを表現したり説明することに慣れていなかったのではないかと考えられる。

# 電圧の測定

p. 103~

組 班 氏名 \_\_\_\_\_

1. 水の落差を電圧として考えたとき、直列回路と並列回路について説明しなさい。

- ・直列回路 \_\_\_\_\_ ☆
- ・並列回路 \_\_\_\_\_ ☆

2. 「家電の表示を見て確かめよう」

- ・乾電池一つの電圧は \_\_\_\_\_
- ・日本のコンセントの電圧は \_\_\_\_\_

思ったこと \_\_\_\_\_

3. 話し合ってみよう

- ・電圧計は測定場所と並列つなぎにして測定します。電圧計は電流を良く通すと思いますか。

予想 \_\_\_\_\_ (理由) \_\_\_\_\_ ☆

- ・たこ足配線はどこでも \_\_\_\_\_ Vなので \_\_\_\_\_ 回路になります。
- ・たこ足配線をしているうちの 하나가壊れた (回路が途切れた) 時、他に配線していた物はどうなりますか。予想 \_\_\_\_\_ (理由) \_\_\_\_\_ ☆

わかったこと \_\_\_\_\_

図1 使用したワークシート。

3.2 ワークシートによる「科学的な思考」の評価

ワークシートには科学的な思考を要する問いをいくつか設定している。図1中の☆印を付けた設問がこれに相当する。授業後、生徒が書き込んだワークシートを回収し、本報告の著者である岡田が採点した。採点は次のようにして行った。問いの題意に沿って科学的に書けていれば○とし、ワークシート内で○の数をカウントする。そして、全設問数に対する正答率を出してABCの評価をつける。

「科学的な思考」の評価問題と配点は次の通りである。

①水の落差を電圧として考えたとき、直列回路と並列回路について説明しなさい (1点×2)。

この設問では、「モデルで認識し説明する」という「科学的な思考」を問うている。この設問の採点結果を

表2に示す。

表2 「水の落差を電圧として考えたとき、直列回路と並列回路について説明しなさい」の採点結果。

点数	2点	1点	0点
b1クラス	7	5	25
b2クラス	8	10	18
b3クラス	5	4	29
合計	20	19	72

②電圧計は測定場所と並列つなぎにして測定します。電圧計は電流を良く通すと思いますか (1点)。

この設問は、「電圧の概念から実験機器の仕組みを説明する」という「科学的な思考」を問うている。この設問の採点結果を表3に示す。



表3 「電圧計は測定場所と並列つなぎにして測定します。電圧計は電流を良く通すと思いますか」の採点結果。

点数	1点	0点
b1クラス	5	32
b2クラス	4	32
b3クラス	5	33
合計	14	97

③たこ足配線をしているうちの 하나가壊れた(回路が途切れた)時,他に配線していた物はどうなりますか(1点)。

この設問は、「身近なものと関連させて考える」という「科学的な思考」を問うている。この設問の採点結果を表4に示す。

表4 「たこ足配線をしているうちの 하나가壊れた(回路が途切れた)時,他に配線していた物はどうなりますか」の採点結果。

点数	1点	0点
b1クラス	21	16
b2クラス	29	7
b3クラス	13	25
合計	63	48

このワークシートでの「科学的な思考」の評価基準はプリント全体の合計点数が3点以上をA, 1点以下をC, これらの間をBとした。評価結果を表5に示す。表5より明らかなように,クラスが違っていても同じような成績分布が得られた。たしかに, b3クラスではAの生徒が少なく, b2クラスではAの生徒がやや多くCの生徒がやや少ない。しかしながら, AとBの成績で考えれば, b1クラス, b2クラス, b3クラスの生徒の成績はほぼ同等である。再現性のある成績分布が得られたと考えられる。

表5 各クラスでの成績分布。

成績	A	B	C
b1クラス	6人	8人	23人
b2クラス	8人	9人	19人
b3クラス	2人	11人	25人

#### 4. 「植物の成長」, 「エネルギーって?」, 「電圧の測定」のワークシートから得られた評価の比較

これまで著者達が報告してきた「植物の成長」と題するワークシートを用いての「科学的な思考」の評価(岡田・澁江, 2009)と「エネルギーって?」と題するワークシートを用いての「科学的な思考」の評価(岡田・澁江, 2010)の結果を今回得られた結果と比較する。これらのワークシート中での設問の正答率をまとめて表6に

示す。

表6から植物の成長の変化を捉えたり, 粘土がつぶれる様子から変化の要因を捉えたりすることは比較的良くできている。これらの変化を自分で予想したりして自分の言葉で説明することになると少しできなくなる。説明する内容については, つぶれた粘土など目の前で起きたことについての説明はできている。ところが, 根の働きや, 葉の役割, 花の役割など既習の知識を基にして理由を加えて説明を行ったり, 位置エネルギーや運動エネルギーなどの概念を実験から説明したりすることはできにくくなる。さらに, 生活の中や身近なものに関連させて現象を捉えて説明するような設問は難易度が高くなって正答率が低くなっている。そして, 水の落差を電圧として考えて概念をモデルで認識して説明したり, 概念から実験器具の仕組みを説明したりすることになるとほとんどできないと言ってもよい。

生徒は変化の様子を捉えることは容易にできるが, 自分の言葉で説明することになると容易にはできない。また, その変化や現象を生活の中や自然の中の事象と結びつけて考えることになるとさらに難しくなる。概念をモデルで説明したり, 概念を理解した上で実験器具の仕組みを捉えて説明したりすることになるとほぼできないと言っても良いレベルになっている。「科学的な思考」を評価するにあたって, 設問のつくり方に注意する必要がある。

ここでは, 学年と単元が異なる内容で, 設問の正答率を比較した。本来ならば, 同一単元で様々な視点から設問を作成し, 比較する方がよい。学校の正規の授業時間を利用して, 生徒達に様々な設問に答えてもらう時間はなかったため, このような配慮をここでは行っていない。しかしながら, 大まかな傾向は示せたと考えられる。

#### 5. 終わりに代えて

本報告で示したワークシートが完全なものとは著者達は考えていない。思考力に絞った評価を行うことで生徒の中に思考する意欲が刺激されれば, もっと完成度の高いワークシートができるであろう。この時, 生徒の思考力もさらに高まることが期待できる。生徒が記入したワークシートに教師からのコメントがあればなお良い。また, 自分以外の方がどのような思考をしているのかをワークシートをコピーして掲示して公開していくと, 生徒達の思考の共有化や多面的な思考が養われると考えられる。そして, 生徒一人一人の思考の深まり, 学習意欲の向上にもつながると考えられる。

#### 6. 謝辞

本研究は, 著者の一人(岡田)が兵庫県教育委員会より兵庫教育大学大学院に派遣されて行ったものである。

表6 本報告と岡田・澁江(2009, 2010)が示したワークシートの設問と各設問の平均点を10点満点に換算した時の値。

対象学年	ワークシートの設問と「科学的な思考」の評価項目	10点換算の平均点
2年	電圧計は測定場所と並列つなぎにして測定します。電圧計は電流を良く通すと思いますか。 →科学的な思考で「電圧の概念から実験機器のしくみを説明する。」	1.26
2年	水の落差を電圧として考えたとき、直列回路と並列回路について説明しなさい。 →科学的な思考で「概念をモデルで認識し説明する。」	2.66
3年	位置エネルギーや運動エネルギーを持つものを生活の中から見つけ説明しなさい。 →科学的な思考で「調べたことを生活の中から見つけて、関係づけて説明する。」	3.44
2年	たこ足配線をしているうちの 하나가壊れた(回路が途切れた)時、他に配線していた物はどうなりますか。→科学的な思考で「身近なものに関連させて現象をとらえる。」	5.68
3年	ボールと砲丸をねんどに落とし、ねんどがつぶれる様子を観察する。同じ高さからボールと砲丸を落とす場合と、高さが違うが同じボールを落とす場合を比較する。この実験結果から、位置エネルギー、運動エネルギーを説明しなさい。 →科学的な思考で「調べたことを説明する。」	5.90
1年	植物の成長を考える時、(1)なぜ根は伸びると考えますか、(2)なぜ葉は大きくなると思いますか、(3)なぜ背が高くなると思いますか、(4)なぜ花を咲かすと思いますか。 →科学的な思考で「理由を考える。」	7.50
1年	ヒマワリの成長に伴って起きる土の中の様子の変化を描きなさい。 →科学的な思考で「既知の知識を合わせて考える。」	7.60
3年	ボールと砲丸をねんどに落とし、ねんどがつぶれる様子を観察する。同じ高さからボールと砲丸を落とす場合と、高さが違うが同じボールを落とす場合を比較する。この実験結果から、位置エネルギーを持った球は手を離すことでエネルギーはどのように変化しているか書きなさい。→科学的な思考で「実験結果から調べた2つのエネルギーの変化を説明する。」	8.11
3年	エネルギーを持っているものはどんなことができると思いますか。 →科学的な思考で「エネルギーの概念を持つ。」	8.13
3年	ボールと砲丸をねんどに落とし、ねんどがつぶれる様子を観察する。同じ高さからボールと砲丸を落とす場合と、高さが違うが同じボールを落とす場合を比較する。この時、ねんどが大きくつぶれる順を予想しなさい。予想した理由も合わせて答えなさい。 →科学的な思考で「実験結果を予想する。」	8.59
3年	ボールと砲丸をねんどに落とし、ねんどがつぶれる様子を観察する。同じ高さからボールと砲丸を落とす場合と、高さが違うが同じボールを落とす場合を比較する。この実験からわかることをねんどの様子から書きなさい。 →科学的な思考で「実験結果から変化の要因を捉える。」	8.85
1年	ヒマワリの成長の各段階で起きる変化の様子を書く。→科学的な思考で「変化を捉える。」	9.65

記して謝意を表す。あえて学校名と授業担当教師名を記さなかったが、ワークシートを用いて授業を行っていた先生に感謝します。

## 7. 文献

- 江田稔 (2001) 中学校観点別学習状況の評価規準設定の手順。楽しい理科授業, No. 418, 12-15.
- 堀哲夫 (2005) 科学的思考の課題とその育成。理科の教育, No. 636, 8-11.
- 木村幸泰 (2003a) 理科楽しく学力づくりのミニテスト 中学1分野用 実物を提示して学力づくり。楽しい理科授業, No. 441, 68.
- 木村幸泰 (2003b) 理科楽しく学力づくりのミニテスト 中学1分野用 授業場面を取り入れた小テスト。楽しい理科授業, No. 442, 68.
- 木村幸泰 (2003c) 理科楽しく学力づくりのミニテスト 中学1分野用 前半の問題を応用して考える小テスト。楽しい理科授業, No. 443, 68.
- 木村幸泰 (2003d) 理科楽しく学力づくりのミニテスト 中学1分野用 日常生活との関連を重視して。楽しい理科授業, No. 444, 68.
- 木村幸泰 (2003e) 理科楽しく学力づくりのミニテスト 中学1分野用 物質調べで知識・理解と科学的思考を。楽しい理科授業, No. 445, 68.
- 小森栄治 (2001) 科学的見方の面白クイズ。楽しい理科授業, No. 422, 50-51.

- 小森栄治 (2006) 読解力を鍛える理科テスト問題づくり.  
楽しい理科授業, No. 478, 64-67.
- 松森靖男 (1998) 理科テストづくりのための基礎知識. 楽しい理科授業, No. 386, 13-15.
- 文部科学省 (2004) 中学校学習指導要領 (平成10年12月)  
解説一理科編一. 大日本図書, 164pp.
- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説 理科編. 大日本図書, 149pp.
- 岡田浩一 (2007) 科学的な見方や考え方を意識した授業のありかた. 兵庫教育大学修士論文, 185pp.
- 岡田浩一・澁江靖弘 (2009) ワークシート「植物の成長」を用いた「科学的な思考」の評価. 学校教育学研究, 21巻, 129-134.
- 岡田浩一・澁江靖弘 (2010) ワークシート「エネルギーって?」を用いた「科学的な思考」の評価. 学校教育学研究, 22巻, 77-83.
- 竹内敬人・山極隆・森一夫ほか別記著者45名 (2006) 未来へひろがるサイエンス (1分野 上). 新興出版社啓林館, 155pp.
- 田代学 (2004) 物質とエネルギー 学習状況確認ポイントとテスト問題例. 楽しい理科授業, No. 450, 18-21.

(2010. 7. 23 受稿, 2010. 12. 16 受理)